

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie
Studijní obor: Ekologická a evoluční biologie



Veronika Spurná

Diverzita rodu Riccia (Marchantiophyta)
Diversity of the genus Riccia (Marchantiophyta)

Bakalářská práce

Školitel: RNDr. Zdeněk Soldán, CSc.

Praha, 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 7.5.2018

Podpis:

Poděkování:

Především bych chtěla poděkovat mému školiteli RNDr. Zdeňku Soldánovi, CSc. za všechny cenné rady a připomínky, za jeho trpělivost a přátelský přístup. Dále mi svůj čas a ochotu věnoval doc. Mgr. Ondřej Koukol, Ph.D. a v neposlední řadě také děkuji mým rodičům za poskytnutí pevného zázemí při psaní a za jejich nemalou podporu.

ABSTRAKT:

Cílem této práce je podat stručný přehled o rodu *Riccia*. Společně s rodem *Ricciocarpos* Corda se taxonomicky řadí do čeledi *Ricciaceae* (řád *Marchantiales*, oddělení *Marchantiophyta*). Oba rody mají jednoduchý endosporofyt a chybí jim elatery.

Rod *Riccia* má širokou ekologickou valenci. Zástupci rodu, kteří jsou přizpůsobeni životu v sušších oblastech, se nachází na holé, prosluněné, jílovité půdě. Jiné druhy se vyskytují na vlhkých místech, kde se drží voda anebo také přímo ve vodním prostředí.

Rod má kosmopolitní rozšíření. Největší diverzita je v subtropických oblastech, kde jim prospívá vysoká rozmanitost a bohatost prostředí. Zástupci tohoto rodu dokáží přežívat extrémní podmínky, velmi snadno se přizpůsobují novým podmínkám a také se vyznačují velkou morfologickou plasticitou. Z tohoto důvodu dodnes panují problémy správně určit některé konkrétní druhy.

V České republice je celkem 13 druhů a z toho jsou tři druhy snadno zaměnitelné. Práce je částečně zaměřena i na porovnání druhů *R. fluitans* a *R. rhenana* ze sekce *Ricciella*. První z nich se typicky vyskytuje na hladině vody. Pokud se však ocitne bez trvalého vodního prostředí může připomínat druh *R. rhenana*, který se většinou nachází v terestrické formě. Třetí druh ze sekce *R. stenophylla* se dosud nevyskytuje v ČR, ale je možné, že u nás bude v budoucnu nalezen.

Klíčová slova: játrovky, variabilita, morfologie, ekologie, rozšíření

ABSTRACT

The main aim of this thesis is to give a brief overview of the genus *Riccia*. It belongs to the same taxonomic group as the genus *Ricciocarpos* Corda, family *Ricciaceae* (order Marchantiales, department Marchantiophyta). Both genera have a simple endosporophyte and they do not possess elaters.

The genus *Riccia* has a wide ecological valency. The representatives of the genus, who are adapted to life in drier areas, are able to grow on bare, sunny, clay soil. Other species can be found on wet places with high water occurrence or even directly in the aquatic environment.

The genus has a worldwide distribution. The most abundant diversity is in subtropical areas with high environment variety which directly influences the diversity of this species. Representatives of this genus are able to survive extreme conditions and can very easily adapt to new conditions. They are also defined by great morphology plasticity. There are still problems to correctly distinguish some species from each other because of this reason.

There are 13 species in the Czech Republic, three of them are easily interchangeable. Part of the thesis is therefore focused on the comparison of the species *R. fluitans* and *R. rhenana* from the *Ricciella* section. The former is typically found on the surface of the water. However, when found outside of an aquatic environment, it might resemble *R. rhenana*, which is mainly terrestrial form. The third species *R. stenophylla* has not been found in the Czech Republic yet, but it is possible that it will be discovered here in the future.

Keywords: liverworts, variability, morphology, ecology, species distribution

OSNOVA

1. ÚVOD.....	1
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE	2
2.1. Historie taxonomie rodu <i>Riccia</i>	2
2.2. Morfologická charakteristika.....	5
2.3. Ekologie.....	7
2.4. Rozšíření a diverzita	8
3. Porovnání <i>Riccia fluitans</i> a <i>Riccia rhenana</i>	13
<i>R. FLUITANS</i>	15
<i>R. RHENANA</i>	16
4. ZÁVĚR.....	18
5. LITERATURA.....	19

1. ÚVOD

Zástupci rodu *Riccia* jsou schopni přežívat extrémní podmínky. Rod se vyznačuje širokou ekologickou nikou, druhy jsou xerothermní až hydrofilní. Druhy rodu *Riccia* jsou velmi morfologicky variabilní a rychle se přizpůsobují novým okolním podmínkám, proto je konkrétně určovat obtížné. Potíže s určováním byly v minulosti a jsou i dnes, avšak moderní techniky a molekulární data problém usnadňují. Z důvodu časté záměny mezi druhy, jsem se zabývala konkrétním případem dvou velmi morfologicky podobných druhů, *R. fluitans* a *R. rhenana*. Oba druhy se vyskytují na území ČR, ale recentní rozšíření není dostatečně známo.

Dále jsem se věnovala diverzitě v jednotlivých státech Evropy, abych podala kompletní přehled o rozšíření rodu. Zmíněn je také aktuální počet druhů v České republice a jejich stav ohrožení.

Taxonomicky je rod *Riccia* zařazen do čeledi *Ricciaceae* (podřád *Riccineae*, řád *Marchantiales*, třída *Marchantiopsida*, oddělení *Marchantiophyta*). Dnes se do čeledi *Ricciaceae* řadí 2 rody: *Riccia* L. a *Ricciocarpos* Corda. Oba se vyznačují jednoduchým sporofytem ponořeným do stélky a s absencí elater. *Ricciocarpos* je monotypický rod s jediným druhem *Ricciocarpos natans* (Raddi, 1818). Rod *Riccia* lze rozdělit na dva podrody: *Riccia* a *Ricciella*, kdy *Riccia* má asimilační pletivo tvořeno pravidelnými kanálky rozdělenými vždy čtyřmi pilíři a bez vyvinuté epidermis a dýchacích otvorů. Podrod *Ricciella* má v asimilačním pletivě polyedrické vzduchové komůrky ohraničené jednovrstevnými stěnami a občas má vytvořeny dýchací otvory. A dále na sekce *Riccia*, *Ricciella*, *Spongodes* rozlišované především podle směru uvolňování spor (dorsálně, ventrálně).

Mezi charakteristické znaky jätrovek řádu *Marchantiales* patří vícevrstevná stélka obsahující základní a asimilační pletivo, ventrální šupiny ve 2 až 10 řadách, většinou hladké rhizoidy, sporofyt bez průduch, štět hyalinní, brzy mizící, přítomnost siličných tělísek a absence elater, kolumely a parafýz pohlavních orgánů. Rod *Riccia* zahrnuje typické frondózní (lupenité) jätrovky.

Cílem práce je podat přehled o rodu *Riccia*, a to z hlediska historie, obecné charakteristiky a jeho rozšíření zejména v Evropě a ČR.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1. Historie taxonomie rodu *Riccia*

První zmínky o játrovkách, které jsou v současnosti řazené do čeledi *Ricciaceae* pochází od Raye (Ray, 1696). Zástupce dnešního rodu *Riccia* tehdy spojoval s lišejníky, a proto je označoval jako *Lichenoides*. Někteří autoři je tehdy označovali také jako *Lichen*, *Hepatica* anebo *Ulva*. První popis druhů dnes známých jako *R. canaliculata* a *R. sorocarpa* byl od Dillenia (Dillenius, 1718). Následně přibývali nové přehledy a popisy několika druhů jako *R. crystallina*, *R. glauca* a *R. natans*.

Podstatným momentem v historii poznání rodu má zejména práce Micheliho (Micheli, 1729). V ní se věnuje jako první botanik souhrnně játrovkám. Jeho pojetí rodu, dnes známého jako rod *Riccia*, je mnohem komplexnější než dnes, protože zahrnoval játrovky později známé jako druhy rodu *Corsinia* (čeleď *Corsiniaceae*). Rod *Riccia* pojmenoval na počest senátora Florencie a jeho patrona P. F. Ricciho. Na základě umístění sporofytu na stélce rozdělil studované játrovky na skupiny: Ordo I. (kam patří dnešní rody *Corsinia* a *Oxymitra*) a Ordo II. (která zahrnuje dnešní zástupce rodu *Riccia*). Svůj přístup k určování taxonomie rozdělil na tři fáze a to: vyčlenění druhů, rozdělení do skupin a zařazení do podrodu. Poslední fáze má různé výsledky od různých autorů, kteří se pokusili rod opět přidat do obsáhlejších skupin.

Micheliho vymezení rodu přijal i Linné (1753), který zahrnul skupiny Ordo I. a Ordo II. pod jeho *Cryptogamia* (řasy), a to jen díky interpretaci znaků pohlavních orgánů, které nepřipomínají cévnaté kvetoucí rostliny. V prvním vydání *Species plantarum* byly zahrnuty pouze 4 druhy, *R. crystallina*, *R. minima*, *R. glauca* a *R. fluitans* a to z důvodu chybějících herbářových položek. Platné informace jsou až z 8. vydání, které přepracoval Schreber (1789). V tomto vydání je širší definice rodu na základě výzkumu o způsobu reprodukce.

Dalším důležitým okamžikem bylo upozornění na význam dýchacích komůrek. Podstatný rozdíl o jejich přítomnosti či absenci uvedl Schmidel (1762), Znázornil strukturu a ilustraci několika druhů. Později tento jev hrál důležitou úlohu v určování a seskupování druhů.

Významné rozlišení rodů *Corsinia* a *Riccia* učinil Raddi (1818). Na rozdíl od rodu *Corsinia* nemá rod *Riccia* vyvinuté elatery a má více ponořené sporangium. Rod dále odlišil Braun (1821), který ve své práci popsal rozdíly mezi rody *Riccia* a *Ricciella*, hlavními byly pozice dýchacích otvorů a přítomnost krčku archegonia. V rodě *Ricciella* zmínil terestrickou a vodní formu.

Poté Corda (1828) vymezil nový rod *Ricciocarpus*, ovšem na základě morfologické charakteristiky (umístění archegonií a antheridií, přítomnost dýchacích komůrek a ventrálních šupin), která je více zřetelná spíše u rodu *Riccia*. Starší popisy jsou pouze povrchní, stojí za nimi často neúplný herbářový materiál. Od té doby jsme získali podrobnější znalosti o struktuře a střídání generací díky vylepšeným a moderním technikám.

Dalším výrazným mezníkem v historii rodu *Riccia* byla první monografie čeledi *Ricciaceae* od Lindeberga (1836). Jako první zkompletoval druhy vyskytující se v celé Evropě. Vytvořil klíč k určování přibližně 20 druhů na základě přítomnosti či absence ventrálních šupin na spodní straně stélky, pozice dýchacích komůrek a způsobu uvolňování spor.

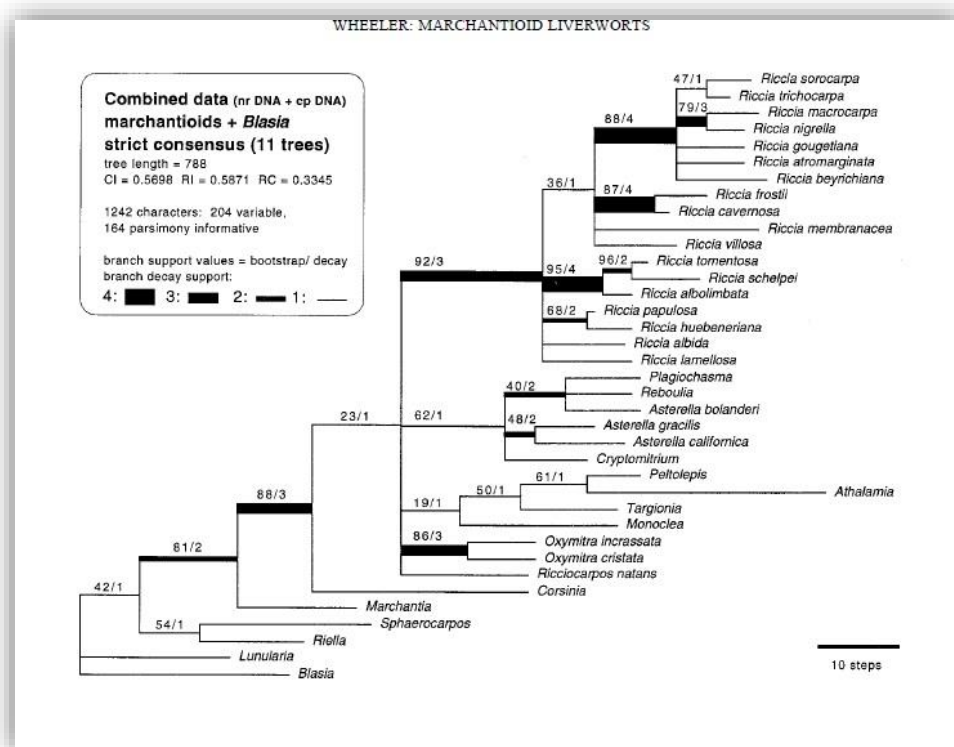
Později začaly výzkumy týkající se vývoje stélky, životního cyklu a reprodukčních struktur. Např. Unger (1837) poprvé pozoroval pohyblivá antheridia u játrovek. Z jeho práce vyšel Hoffmeister (1851), který objasnil skutečný význam sporangia a spor v životním cyklu.

Nejobsáhlejší monografie 19. století uvádí již 83 druhů rodu *Riccia*. Stephani byl první, kdo zahrnul druhy z celého světa (Stephani, 1898). Vycházel především z textury povrchu, tloušťky a okrajových vlastností stélky. Dále objevil, že u tohoto rodu existují přechodové formy. McAllister (1909) jej doplnil a přeřadil je jako první do řádu Marchantiales, a to díky jednovrstevné stěně tobolky. Další autor Sim (1926) rozdělil rod *Riccia* do pěti podrodů – *Lichenoides*, *Ricciella*, *Ricciocarpus*, *Favoides*, *Spongodes*. Podrody *Favoides* a *Spongodes* rozlišoval dle vrstev dýchacích komůrek,

jenže u *Spongodes* jsou zdánlivě překrývány, leží pod velmi šikmým úhlem, a tak ve skutečnosti tvoří také jen jednu vrstvu jako u *Favoides*. Proto se jeho rozlišování později neujalo. První tři definice podrodů jsou i nadále používány následujícími autory, tak jak jej Sim popsal.

Na základě kvadrátního typu embrya a zjednodušené stélky klasifikuje Duthie (1939) čeleď *Ricciaceae* jako polyfyletickou skupinu odvozenou od řádu *Marchantiales*.

Vzhledem k velké morfologické plasticitě panovaly v 20. stol. různé dohady o přesném taxonomickém zařazení. Wheeler (2000) provedl první molekulárně fylogenetickou studii frondózních jätrovek s využitím molekulárních dat (viz Obr. 1). Hlavním cílem bylo porovnat jednotlivé skupiny, zjistit, jestli jsou monofyletické, vytvořit fylogenetický strom a popsat evoluční vztahy mezi jednotlivými druhy rodu *Riccia*. Používal sekvence LSU rRNA (velká ribosomální podjednotka) a plastidového proteinu trnL-F (hybridní leucinová a fenylalaninová tRNA). Na základě této a dalších podobných studií (Forrest et al., 2006; He-nygren, 2006) bylo prokázáno, že rod *Riccia* je monofyletický taxon.



Obrázek 1: Fylogenetický strom lupenitých jätrovek vytvořený podle sekvencí LSU rRNA a trnL-F proteinů (převzato od Wheeler, 2000)

Největší molekulární práce zaměřená na fylogenezi játrovek s jednoduchou stélkou byla od Forresta (Forrest et al., 2006). Následovala další fylogenetická studie, založená na sekvencích proteinů *rbcL* (ribuloso-bifosfátkarboxyláza), *rps4* (ribosomální protein S4), *trnL-F* a 26S LSU rRNA a na desítkách morfologických a ultrastrukturních znaků (stavba spermatozoidů a sekundární chemické látky). Celá studie vedla k novému uspořádání a návrhu modernějšího klasifikačního systému pro celé oddělení Marchantiophyta (He-nygrev, 2006).

Pro fylogenetickou historii organismu poskytla molekulární data cenné údaje, avšak nejsou bezchybná. Na problémy chybných sekvencí uložených v GenBank upozornil například Forrest (2006). Další nedokonalosti mohou být zapříčiněny špatným určením vzorků, smíšenými sbírkami nebo třeba heterogenními mutacemi (Crandall-Stotler, 2009).

2.2. Morfologická charakteristika

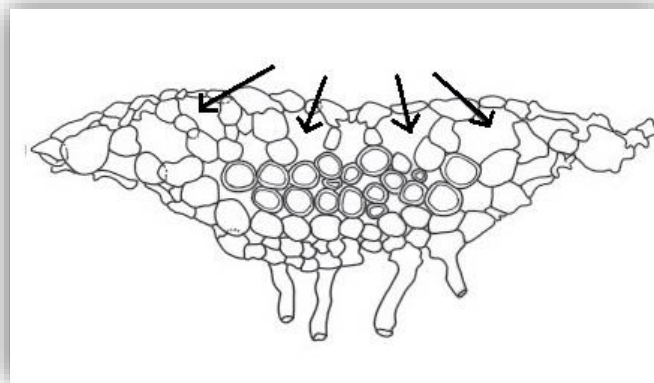
Druhy rodu *Riccia* zahrnuje typické frondózní játrovky. Stélka rodu *Riccia* je úzká, méně často široká, lehce aromatická. Větví se většinou dichotomicky a větévky jsou krátké.

Někdy jsou na okrajích stélky přítomny cílie, které mohou být například i bezbarvé nebo zabarveny do žluta, hněda nebo béžova. Cílie jsou stavbou silné, tenké, kroucené nebo hustě či řídce osazené.

Ventrální šupiny vedou buď v jedné řadě k vrcholu anebo po stranách stélky nebo jsou po celé spodní straně v několika řadách. Všeobecně jsou polokruhovitě až kruhovitě s tenkou buněčnou stěnou. Mohou být i výrazně zabarveny, například do fialova až černa. Ventrální šupiny nemusí být vždy přítomny.

Pokud se vyskytují rhizoidy, tak bývají většinou hladké, zřídka čípkaté.

Dýchací komůrky obklopené buňkami se nachází pod dorzální epidermis (viz Obr. 2) a jsou odděleny chlorofylovou vrstvou buněk. Komůrky postavené kolmo ke stélce tvoří druhotnou vrstvu. Se stářím se mezi buňkami zvětšují mezery a dřevná vrstva ztrácí chloroplasty.

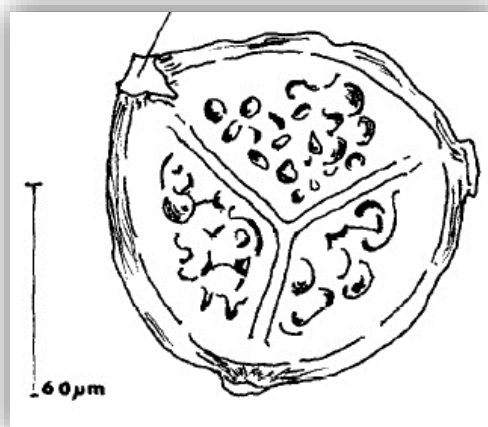


Obrázek 2: Příčný řez stélkou *Riccia multifida*, kde šipky ukazují na zřetelné dýchací komůrky. (převzato od Cargill, 2016)

Rod *Riccia* má endosporofyt (sporofyt ponořený do stélky) a tobolka je kleistokarpická. Spory bývají trojboké (viz Obr. 3), čtyřboké nebo kulovité a někdy okřídlené. Ornamentace na povrchu spor se výrazně liší dle příslušného druhu. Spory jsou také nejodolnější část rostliny, proto je jejich druhová morfologie důležitá pro taxonomickou determinaci.

Pohlavní orgány nemusí vyrůstat společně a bývají málo zřetelné (ponořené ve stélce). U rodu *Riccia* převažuje jednodomý typ, vzácně dvoudomý (Paton, 2000). Vodní formy se často rozšiřují přenosem spor vodou nebo malými živočichy, u terestrických forem probíhá přenos spor samozřejmě anemorochemicky. Vegetativní rozmnožování se děje za pomoci větru, vody anebo tvorbou apikálních hlízek nebo rozpadem růžic.

Počet chromozomů je nejčastěji $n=8$, dále i 4, 7, 9, 10, 14 a 16 (Jovet-Ast, 1989).



Obrázek 3: Příklad trojboké spory (převzato od Jovet-Ast, 2000a)

Druhy rodu *Riccia* se často obtížně identifikují kvůli velké variabilitě v morfologii (větvení, šířka laloků, barva a tvar stélky, atd.), která je daná podle typu stanoviště ve kterém se játrovka nachází (Schuster 1988; Kučera et al., 2012).

2.3. Ekologie

Rod *Riccia* je celkově charakterizován širokou ekologickou valencí, některé druhy dokáží přežít přechodné extrémní podmínky, tedy jak suché biotopy, tak i trvale zavodněné (Jovet-Ast, 2000a).

Zástupci rodu *Riccia* se nachází zejména v subtropických oblastech. Nové studie poukazují hlavně na výskyt v oblastech se středoziemním typem klimatu (Frey et al., 2008). Habitat, ve kterém se nachází se liší dle geografických a oblastních podmínek. Nejčastěji je můžeme najít v období od května do listopadu.

Pokud se druhy vyskytují v terestrické podobě, nachází se na holé, jílovité půdě nebo na půdě chudé živinami (Jovet-Ast, 2000b). Často rostou přímo v proláklínách, kde se drží voda a vlhkost po dešti anebo na disturbovaných stanovištích, jako například na stezkách či pěšinách. Bývají však také na prosluněných místech nebo na lehce zastíněných ostatní vegetací. Období sucha přežívají ve složeném stavu s podélně sklopenou stélkou. Játrovka je schopná přežívat v nečinném stavu po relativně dlouhou dobu, někdy až 10 let. Víceletost je jedna z typických vlastností pro tento rod. Dlouhou životností si kompenzuje pomalým růstem, a proto jsou zástupci rodu *Riccia* vzrůstově menší oproti příbuzným rodům z řádu Marchantiales.

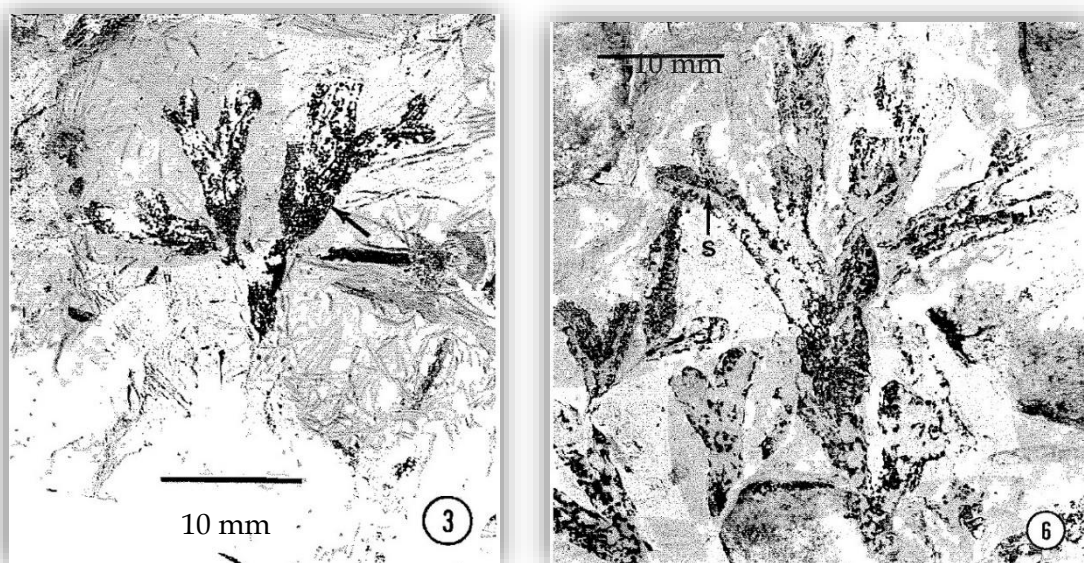
Berrie (1975) se zaměřil na celkově malý vzrůst u tohoto rodu. Růstové laboratorní pokusy probíhaly poblíž Sierra Leone již v 70. letech minulého století na *Riccia berrei*. Rostlinky se pěstovaly na plastových miskách či tácech na pěšinkách mezi záhonky v Botanické zahradě Fourah Bay. Spory vyklíčily po 12 dnech od položení na vlhký substrát. Rychlost růstu byla v přepočtu asi 1 mm/týden. Stejnou rychlostí také odumíraly starší pletiva. Pomocí této studie byl prokázán pomalý růst, ale i celková malá velikost rostlinky z důvodu neustálého odumírání starších pletiv.

Byly také zaznamenány případy výskytu tohoto druhu na zahradách a záhoncích během extrémně vlhkého léta, kdy vyrostly až dva stupně dichotomie za 14 dní (obvykle je to jednou za čtyři týdny). Oproti obvyklým rozměrům (2,5-3,5 cm šířka) dorůstaly do šířky v průměru až 4-5 cm a tloušťky 2 mm. Na tomto druhu byly znatelné rozdíly ve složení stélky. Starší části jsou typicky pórovité oproti mladším částem. Aktivní doba růstu byla 7-10 týdnů po zbytek roku v klidovém stádiu.

Jestliže se zástupci rodu *Riccia* nacházejí ve vodním prostředí, nejsou vyvinuty rhizoidy (Kučera, 2003). Liší se stavbou stélky, bývají celkově užší s větším počtem dýchacích komůrek. Netvoří růžice, ale plovoucí trsy pod hladinou. Rostou při hladině rybníků, tůňek a vodních nádrží, slepých ramen vodních toků a podobně.

2.4. Rozšíření a diverzita

Důkazem osídlení Země již před několika miliony lety jsou i paleontologické nálezy. První popsané fosilie přiřazované k rodu *Riccia* jsou z období Paleocénu. Nálezy (viz Obr. 4) byly objeveny v Kanadě v okolí Joffreyho mostu v provincii Alberta. Autoři zaznamenali ve více než 60 vzorcích morfologickou stavbu podobnou dnešním zástupcům rodu *Riccia*. Fosilie našli ve vrstvě lesklého jílovce spolu s dalšími plovoucími či plazivými rostlinami, jen pár centimetrů nad vrstvou měkkýšů. Proto odhadovali její dřívější habitat na mělká jezera. Nový druh pojmenovali *Ricciopsis speirsae*, podle nedalekého jezera Speirs (Hoffman et al., 1997).



Obrázek 4: Fosilie *Ricciopsis speirsae* připomínající dnešní zástupce rodu *Riccia* (převzato od Hoffman, 1997)

Rod *Riccia* obsahuje celosvětově přibližně 200 druhů (ačkoliv někteří autoři uvádí druhů jen 150) a je tak nejpočetnějším rodem ze třídy Marchantiopsida (Schumacker, 2000; Stech et al., 2008; Söderström et al., 2016). V Evropě se potvrdil výskyt 37 druhů, a z toho se 13 druhů nachází v České republice (Kučera et al., 2012).

Nejznámějšími autory, kteří přispěli k poznání rodu patří Berrie (1964, 1975), Volk (1984), Perold (1997) a Jones (1990) v oblasti afrického kontinentu, Na-Thalang (1980), Seppelt (2000) v Austrálii, Schuster (1958), Stotler (2004), Bischler (2002), Ayub (2014) hlavně v severní Americe a bezpochyby Jovet-Ast (1987, 1989, 1993, 2000a, 2000b) v Latinské Americe a Středozemní oblasti. A také čeští autoři jako Kavina (1915), Rivola (1957, 1958, 1966, 1967a, 1967b, 1968, 1970, 1971a, 1971b, 1975, 1976) a Váňa, často i jako spoluautor (1968, 2006) a další.

Jeden z novějších výzkumů v americkém státě Georgia, se zabývá hlavně ekologií a geografií vodních forem druhů *R. fluitans*, *R. rhenana*, *R. stenophylla* (Wyatt, 2013). Studie potvrdila obtížnou determinaci těchto blízce příbuzných druhů. Dále upozornila na nové lokality výskytu těchto druhů, které jsou nejspíše zavlečeny lidmi, a to díky využití trhutek v akvaristice. Tyto druhy se často snadno pěstují a jsou snadno k dostání v obchodech s akvariijními potřebami. Běžní uživatelé je nerozeznají, a tak je označují za jiné. Jsou vhodným působištěm pro potěr ryb jako plovoucí růžice anebo se přichytávají k předmětům pod vodou. Dokonce Evropská ochranná organizace DAISIE označila druh *R. rhenana* jako nepřírozený druh ve Velké Británii, možná uniklý ze smíšených akvariijních kultur *R. stenophylla* a *R. rhenana*. Také je v práci zmínka o předešlých taxonomických zmatcích, ke kterým je třeba přihlížet, případně znovu revidovat položky a je třeba provést pečlivou molekulární genetickou studii.

Podrobný výskyt v Evropě, konkrétně mediteránu, se věnovala Jovet-Ast (1989). Ve výzkumu podrobně popsala rozšíření zástupců rodu *Riccia* v této oblasti, doprovázené determinačním klíčem a obsáhlým ilustrativním vyobrazením rodu. Přináší informace o každém druhu zde nalezeném (morfologie, ekologie, fytogeografie, počet chromozomů). Dále shrnula všeobecné podmínky a omezení výskytu rodu, a to zejména biologii a ekologii. Nejlepší podmínky právě pro mediterán přisuzuje několika faktorům. Musí se zohlednit jak minulé, tak i současné

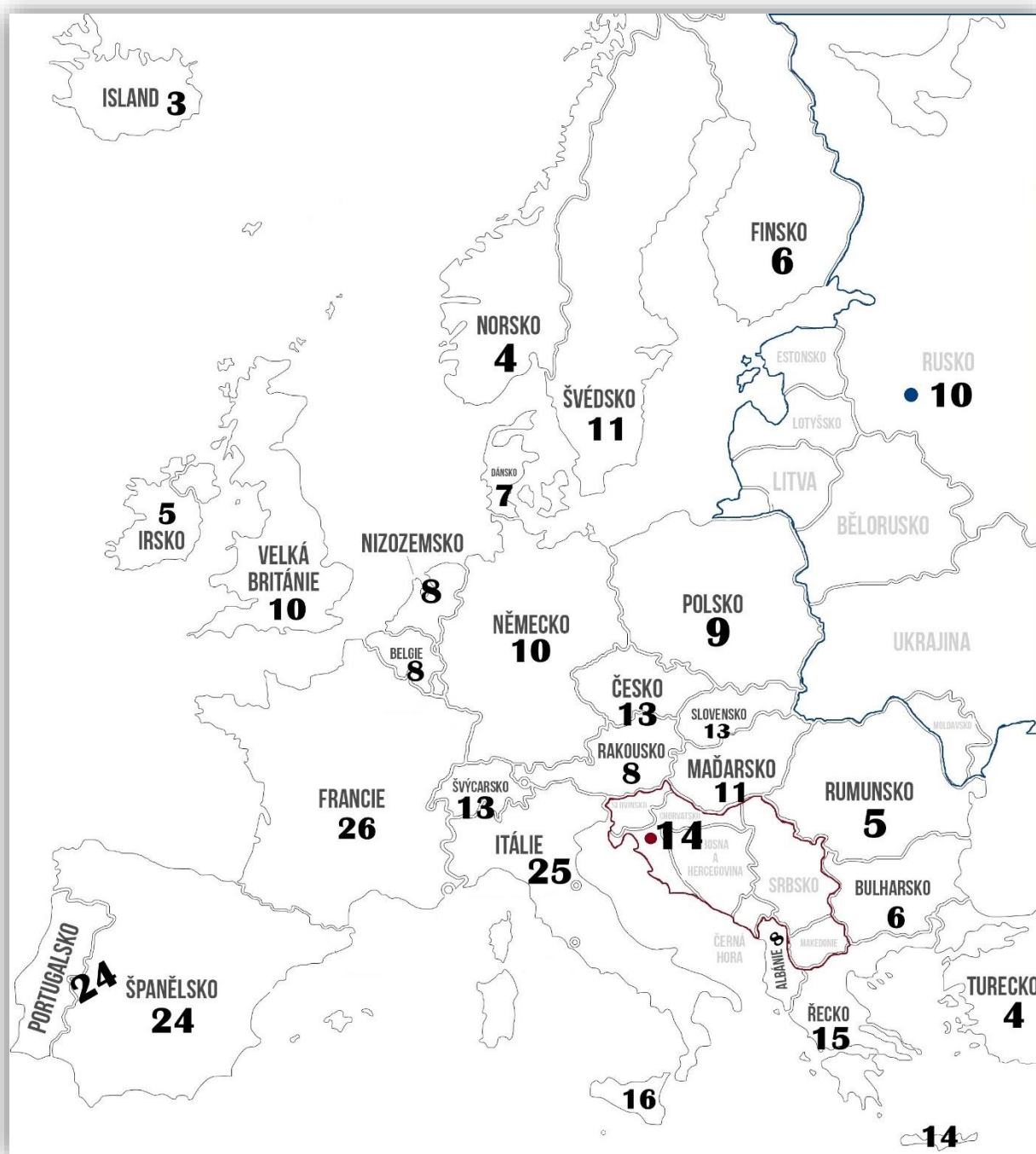
klima oblasti, dále typologie substrátu a půdy, také možnosti přenosu člověkem nebo zvířaty, deštěm, složení vegetace nad játrovkami a další. Zmínila také obranné mechanismy rodu (přítomnost papil, cílií atd.) pro výskyt v sušších oblastech a dále důvody, proč je rod *Riccia* v této oblasti tak hojný. Zástupci tohoto rodu často tvoří husté, kompaktní porosty a zbytky stélek obohacují substrát organickou hmotou. Rozmanitost a bohatost prostředí mediteránu je pro zástupce rodu *Riccia* vysoce příznivá, a tak lze předpokládat jejich výskyt na celém tomto území.

Rozšířením a taxonomií zástupců druhů rodu *Riccia* v Československu, a především v Čechách se zabýval v celé řadě svých prací Milan Rivola (1957, 1958, 1966, 1967a, 1967b, 1968, 1970, 1971a, 1971b, 1975, 1976).

Shrnutí představuje jeho práce z roku 1975 kde ve Zprávách Československé botanické společnosti podal stručný přehled o celém rodu. Snažil se širší botanické veřejnosti popsat techniky sběru a informoval, jak správně uchovat položky. Upozornil na značnou proměnlivost stélky, např. u jednoznačně lysých druhů se vytvářejí formy i obrvené a obrácené (u obrvených druhů se vyskytují zcela holé formy). Všechny druhy, jež se nacházely v ČSSR stručně popsal, aby zájemcům usnadnil určení těchto rostlin. Tehdy bylo na tomto území 15 druhů. Shrnl praktické poznatky, čím je daný druh typický, jak ho snadno odlišit, jeho ekologickou niku a území nálezů. Přiložil i několik vlastnoručních nákresů.

V ČR se vyskytuje 13 druhů, což je více než v okolních státech jako je Německo (10 druhů), Rakousko (9 druhů) a Polsko (9 druhů) (viz Obr. 5). Větší počet druhů je vysvětlitelný zdejším typem podnebí a různým typům vegetace. Dále je u nás důvodem vysokého počtu druhů překryv různých fytogeografických elementů (subatlantský, submediteránní, subboreálně-subalpinský, středoevropský).

Co se týče Evropy, pro jasnější představu jsem počty druhů znázornila na slepé mapě. Jak je zřejmé z mapy, největší počty druhů vykazují státy kolem Středozemního moře.



Obrázek 5: Politická mapa Evropy se znázorněnými počty druhů (data z Schumacker, 2005).

Pozn.: Počet druhů: ● 14 platí pro státy bývalé Jugoslávie (dnešní státy: Slovinsko, Chorvatsko, Bosna a Hercegovina, Černá Hora, Srbsko, Kosovo a Makedonie)

● 10 Druhů platí pro bývalé SSSR (dnes: Estonsko, Lotyšsko, Litva, Bělorusko, Ukrajina, Moldavsko a Rusko na evropském kontinentě)

V ČR je známo 13 druhů rodu *Riccia*, které jsou v následujícím seznamu rozděleny dle stupně ohrožení:

LC (Least Concern) = běžně se vyskytující druhy

- *Riccia fluitans* L. (trhutka plovoucí)
- *Riccia glauca* L. (trhutka sivá)
- *Riccia sorocarpa* Bisch. (trhutka obecná)

LC-att (Least Concern-Attention) = neohrožené druhy vyžadující pozornost

- *Riccia bifurca* Hoffm. (trhutka dvouklaná)

DD-va (Data Deficient-Validate) = nedostatečně známé druhy

- *Riccia canaliculata* Hoffm. (trhutka žlábkovitá)
- *Riccia gougetiana* Durieu & Mont (trhutka Gougetova)

LR-nt (Lower Risk-Near Threatened) = druhy velmi blízko ohrožení

- *Riccia cavernosa* Hoffm. (trhutka dutinkatá)
- *Riccia ciliata* Hoffm. (trhutka chlupatá)
- *Riccia ciliifera* Link ex Lindenb. (trhutka brvitá)
- *Riccia rhenana* Lorb. ex Müll. Frib. (trhutka rýnská)

VU (Vulnerable) = zranitelné druhy

- *Riccia warnstorffii* Limpr. ex Warnst. (trhutka Warnstorfova)

EN (Endangered) = silně ohrožené druhy

- *Riccia huebeneriana* Lindenb. (trhutka Hübenerova)

CR (Critically Endangered) = kriticky ohrožené druhy

- *Riccia papillosa* Moris (trhutka papilnatá)

V ČR se zástupci rodu *Riccia* vyskytují často na vlhkých půdách různého typu (především jílovitá, písčitá) jako např. *R. bifurca*. Dále na polích (*R. glauca*), mezích, v příkopech, na cestách i na holé půdě. Rostou spíše v nižších polohách, nanejvýš v pahorkatinách. Některé druhy jsou xerothermní (rostoucí na skalních teráskách, skalní drti nebo na holé půdě) např. druhy *R. ciliifera* a *R. crinita*. Další druhy rostou poblíž vodního prostředí, jako jsou břehy nebo bahnitá dna po vyschnutí a rašelinné půdy, typický pro rašeliniště je druh *R. canaliculata*. Existují i druhy setrvávající ve vodní formě, plovoucí poblíž hladiny, např. *R. fluitans* (Váňa, 2006).

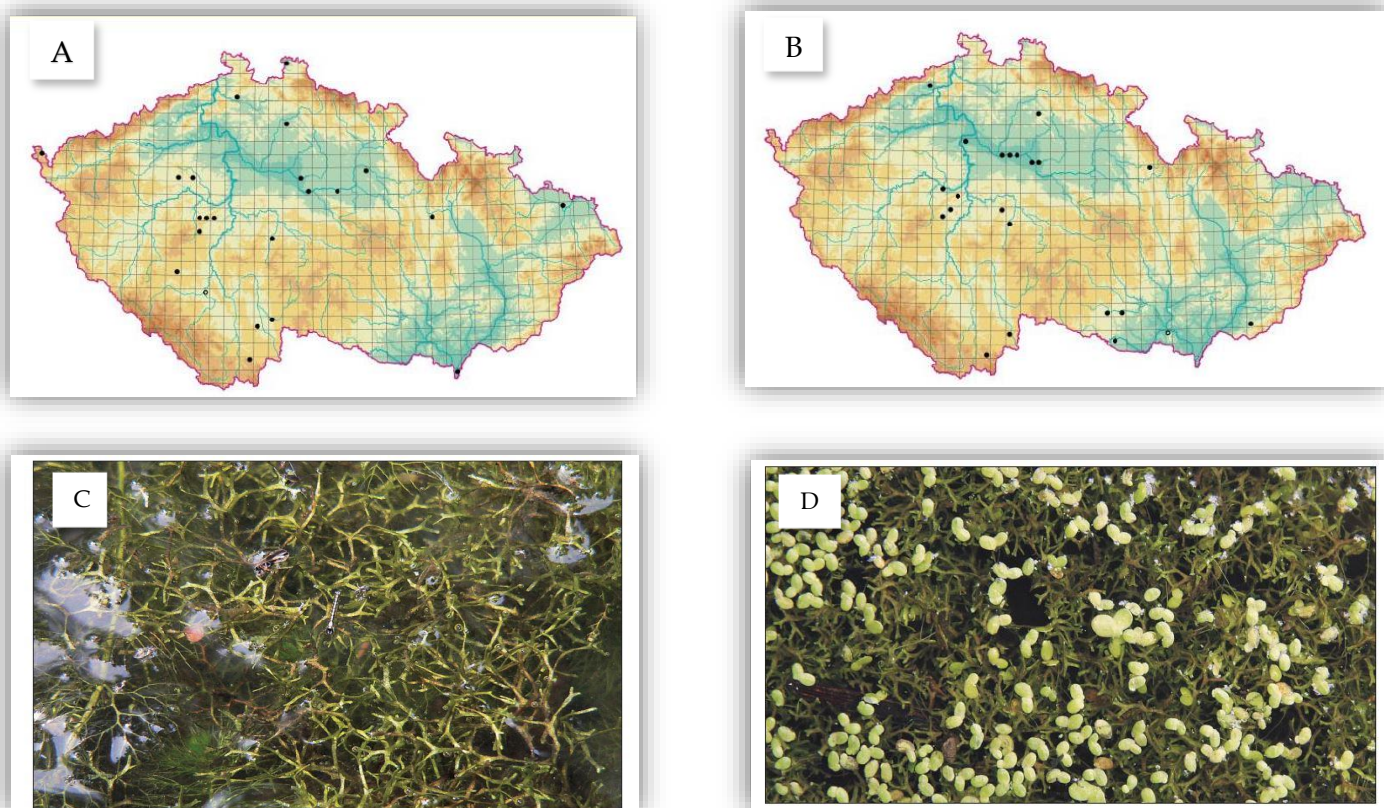
3. Porovnání *Riccia fluitans* a *Riccia rhenana*

Má budoucí diplomová práce by se zabývala hlavně ekologickými a morfologickými rozdíly v laboratorním prostředí, se zaměřením sledování vazby na eutrofní či oligotrofní podmínky.

Oba druhy jsou řazeny do sekce *Ricciella*. Nálezy výskytu v ČR jsou na velmi podobných stanovištích, zejména v oblasti jižních Čech v okolí rybníků. Zejména recentní výskyt *R. rhenana* není dostatečný, ale předpokládá se výskyt na dalších lokalitách, než jsou dnešní záznamy (Kučera, 2005). Citovaný autor považuje *R. rhenana* za vzácnou, později však Šumberová (Chytrý et al., 2011) popsala celé společenstvo *Riccietum rhenanae*, kde je trhutka rýnská označována jako dominantní druh porostu vodní a mokřadní vegetace (vegetace volně plovoucích vodních rostlin) neboli ponořené vegetace mělkých vod, a *R. fluitans* vyskytující se v menší míře (viz Obr. 6). Spolu s nimi se v této vrstvě vyskytuje ještě hojně *Lemna trisulca* (okřehek trojbrázdý) a na hladině ve velké míře *Lemna minor* (okřehek menší).

Autorka z kolektivu (Chytrý et al., 2011) popisuje společenstvo *Lemna minoris-Riccietum fluitantis* s dominantní *R. fluitans* jako „ponořenou vegetaci mělkých vod s trutkou plovoucí“. Zde se ještě vyskytují další volně plovoucí ponořené makrofyty, a to *Utricularia australis* (bublinatka jižní) a *Lemna trisulca* (okřehek trojbrázdý). Tyto druhy popisuje jako náročné na kvalitu vody a na průhlednost vody, na rozdíl od následujícího společenstva *Riccietum rhenanae*. Rozmezí pH prvního společenstva se pohybuje v hodnotách 5,0 – 7,6. Tyto druhy společenstva jsou tedy vázány na oligomezotrofní až přirozeně eutrofní vody. Oblastně se vyskytuje v menších rybnících, zatopených pískovnách a lomech v pokročilém stádiu sukcese, mírně zastíněné. V těch velkých rybnících jej najdeme také, ale tam je společenstvo součástí litorálních porostů. Dno těchto nádrží je písčité anebo jílovité a klima mírné. Autoři nepopírají z důvodů obtížnému určování druhů slučování obou společenstev do jedné.

Naproti tomu ponořená vegetace mělkých vod s trhutkou rýnskou je druhově chudší než předchozí společenstvo kvůli citlivosti na eutrofizaci. Místa výskytu jsou podobná (mělké stojaté vody, mrtvá říční ramena, tůně a menší rybníky). Rozdílné je složení dna, tady častěji hlinité nebo jílovité. Nádrže mohou být částečně zastíněné i plně osluněné. Společenstvo *Riccieta rhenanae* toleruje nízkou průhlednost vody a vody s bohatými bázemi, proto je typické například i pro chovné rybníky. Nevadí ji tedy vyšší pH a znečištěná voda. Kolektiv autorů uvádí, že u nás společenstvo *Riccieta rhenanae* nepatří k ohroženým typům vegetace (Chytrý et al., 2011).



Obrázek 6: A) Mapa výskytu porostu *Lemna minoris-Riccieta fluitans*;

B) Mapa výskytu společenstva *Riccieta rhenanae*

C) Porost ponořené *R. fluitans* spolu s *Lemna minoris*, soutok Moravy a Dyje, Brzeclavsko

D) Ponořené společenstvo *R. rhenana* společně s plovoucí *Lemna minor*, Uherskohradište (převzato od Chytrý et al., 2008)

V sekci *Ricciella* je ještě jeden druh, se kterým je možné si splést oba druhy snadno zaměnit, a to *R. stenophylla*. Oproti druhům *R. fluitans* a *R. rhenana* je uvedený druh pravidelně plodný a produkuje velké množství spor (Wyatt, 2013). Jediná plodná položka z našeho území posbíraná Velenovským u Zbirohu se bohužel nedochovala, a tak nemůžeme s jistotou říci, zda se tento druh může vyskytovat na

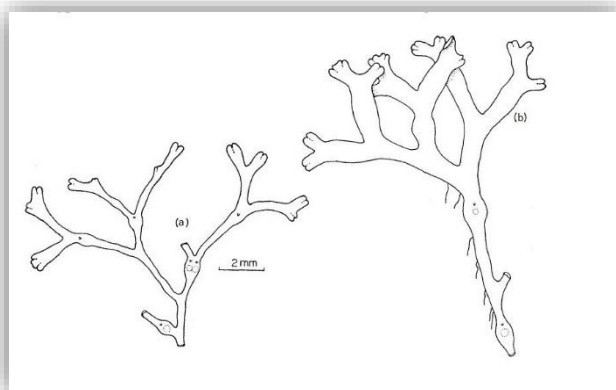
našem území i v současnosti. Tento druh mohl být zavlečen ze západní Evropy (Kavina, 1915).

R. FLUITANS

Vyskytuje se převážně ve vodní formě, nejčastěji plovoucí v trsech na hladině, méně často přichycená k předmětům pod vodou. Zřídka v terestrické formě, např. po opadnutí vody. Rostou pak přisedle na bahnitěm dně a v důsledku změny prostředí se jim začnou tvořit rhizoidy (viz Obr. 7).

Stélka (viz Obr. 8) má světle zelenou barvu, někdy může být až téměř průsvitná. Bývá dlouhá 10–25 mm. Větví se obvykle pravidelně, vždy dichotomicky a v ostrém úhlu. Stélka tvoří trsy, a ne růžice, jak je zvykem u ostatních trhutek. Stélka má větší poměr šířky ku délce – až 6x širší než delší. Laloky jsou široké 0,3–1,0 mm a dlouhé 1,5–3 mm, rovné a na koncích většinou rozšířené a zaoblené. Nápadné jsou dýchací komůrky, které utváří viditelnou hustou síť. Nachází se pod dorzální epidermis obklopené několika buňkami. Asimilační pletivo sestává z velkých asimilačních komůrek. Základní pletivo je výrazně užší než asimilační, tvoří asi třetinu výšky stélky. Ventrální šupiny mohou být bezbarvé nebo do fialova zabarvené, polokruhovitě nebo poloměsíčitě. Tvoří jednu řadu na konci podél krajů laloků.

Tento druh je dvoudomý a haploidní. Antheridia se lehce vztyčují nad stélku a formují se do viditelných řad. Tobolky jsou výrazné na spodní straně stélky. Spory jsou zbarvené do hněda, v průměru mají 65–75 μm . Na povrchu vytváří ornamentaci,



Obrázek 7: *R. fluitans* vlevo vodní forma, vpravo terestrická forma (převzato od Paton, 1973)

mají žlutý hrbolatý lem a políčka. Vodní forma je trvale neschopna vytvářet sporofyty (Váňa, 2006).

R. RHENANA

U tohoto druhu je hojnější terestrická forma, ovšem je také velmi morfologicky adaptivní a snadno se přizpůsobuje novým podmínkám.

Stélka (viz Obr. 8) je světle zelená a vytváří růžice až 20 mm v průměru. Také utváří síť, ale s poněkud hrubšími políčky, průsvitné jsou jen okraje dýchacích komůrek. Větví se pravidelně a vždy v tupém úhlu. Rhizoidy jsou nepříliš početné, stejně tak jako u předchozího druhu se nevyskytují u vodních forem. Laloky jsou 2 mm dlouhé a 0,5-2,0 mm široké. Dokonce jsou ještě ve větším poměru širší než delší, až 8x širší. Laloky jsou krátké a ploché, či slabě vypouklé. Na koncích jsou laloky useknuté, lehce vztyčené, zaoblené a s malým vykrojením.

Dorzální epidermis je vytrvávající. Dýchací komůrky jsou velké 500-1000 μm s drobnými otvory a jsou umístěny vždy na okrajích stélky. To znamená, že jsou větší a tvoří tak hustou síť jako u předchozího druhu. Základní pletivo může chybět nebo tvoří maximálně polovinu stélky. Ventrální šupiny jsou drobné velikosti, poloměsíčitého tvaru a pravidelně lemovány prodlouženými buňkami. *R. rhenana* je diploidní. Antheridia, archegonia a celý sporofyt byl viditelný jen při kultivaci v laboratorním prostředí (Váňa, 2006).

Problémem při určování druhů může být zdůvodněno hlavně vysokou morfologickou plasticitou na místo výskytu. Například pokud *R. fluitans* roste přímo ve vodě, její stélka je úzká a má světlejší barvu, v případě, kdy voda opadne, přizpůsobuje se novým životním podmínkám. Stélka ztmavne a rozšíří se a začnou se vyvíjet dříve nepřítomné rhizoidy. Připomíná tak terestrickou formu *R. rhenana*. Jednoznačně rozlišit druhy můžeme pomocí molekulárních studií a výzkumu počtu ploidii. To je samozřejmě nevýhodou k přesné identifikaci druhů přímo v terénu (Berrie, 1964).



Obrázek 8: A) *Riccia fluitans* ve vodní formě
 B) *R. rhenana* ve vodní formě
 C) *R. fluitans* pohled na plovoucí trs
 D) *R. rhenana* detailněji terestrická forma (foto internetový zdroj ¹⁾)

4. ZÁVĚR

Tématem mé práce byla diverzita rodu *Riccia*. Literární rešerše shrnuje informace o taxonomii rodu *Riccia*, morfologii, ekologii a celosvětové rozšíření s důrazem na ČR. Usuzuji, že různě uváděné celosvětové počty druhů tohoto rodu jsou důsledkem odlišné taxonomické koncepce jednotlivých autorů.

V minulosti často docházelo ke znovuoobjevení druhu, který byl již popsán, ale jinak pojmenován. Později molekulární studie ukázala, že některé druhy můžeme považovat za jeden a ten samý. Nový pohled na příbuznost taxonu přinesla až molekulární data. Mnoho sporných případů se tak vyřešilo, ale u některých stále není jejich taxonomické zařazení definitivní. Nejlepším řešením je tak kombinace klasického řazení na základě morfologických znaků a molekulárních analýz.

V diplomové práci bych se proto chtěla důsledně zaměřit na dva snadno zaměnitelné druhy v České Republice. Jde o *R. fluitans* a *R. rhenana*, které se rozlišují počty ploidíí, morfologicky jsou si velmi podobné. A tak bych se pokusila nasbírat co nejvíce vzorků, ty bych rozdělila na základě cytometrie. Dále by bylo třeba ujasnit na jakých lokalitách se opravdu vyskytují. Chtěla bych také přihlédnout k ekologii. Zajímalo by mne, jaký může mít dopad změny stanoviště. Studovala bych například viditelné morfologické adaptace jak v přírodě, tak v laboratorních podmínkách.

5. LITERATURA

- Ayub, D. M., Da Costa, D. P. and Dos Santos, R. P. 2014. "Additions to the *Ricciaceae* Flora of Rio Grande Do Sul, Including Two Remarkable Records for the Brazilian Liverwort Flora." *Phytotaxa* 161(4): 294–300.
- Berrie, G. K. 1964. "American Bryological and Lichenological Society." 67(2): 146–152.
- Berrie, G. K. 1975. "The Biology of a West African Species of *Riccia* L ." 6687(July): 443–454.
- Bischler, H., Boisselier-Dubayle, M. C., and J. Lambourdière. 2002. "Molecular Phylogenies Support Multiple Morphological Reductions in the Liverwort Subclass Marchantiidae (Bryophyta)." *Molecular Phylogenetics and Evolution* 24(1): 66–77.
- Braun, A. 1821. "Bemerkungen Uber Einige Lebermoose." *Flora*: 756 - 757.
- Cargill, W. C., Neal, C., Sharma, B. and C. Gueidan B. 2016. "A Preliminary Molecular Phylogeny of the Genus *Riccia* L . (*Ricciaceae*) in Australia." 29(1904): 197–217.
- Corde, A. J. C. 1828. "Genera Hepaticarum." *Beitrlge zur Natur-geschichte*: 651.
- Crandall-Stotler, B., R. E. Stotler, and D. G. Long. 2009. "Phylogeny and Classification of the Marchantiophyta." *Edinburgh Journal of Botany* 66(1): 155.
- Dillenius, J. J. 1718. "Catalogus plantarum circa Gissam sponte nascentium.": 210 - 213.
- Duthie, A. V., and S. Garside. 1939. 27 Transactions of the Royal Society of South Africa *Studies in South African Ricciaceae*: 109 -111.
- Forrest, L. et al. 2006. "Unraveling the Evolutionary History of the Liverworts (Marchantiophyta): Multiple Taxa, Genomes and Analyses." *The Bryologist* 109(3): 303–34.
- Frey, W. and M. Stech. 2008. "New Suprageneric Taxa of Liverworts (Marchantiophyta) and Mosses (Bryophyta)." *Nova Hedwigia* 87(1–2): 261–67.
- He-nygre, X. 2006. "Cladistics Illuminating the Evolutionary History of Liverworts (Marchantiophyta)" *Towards a Natural Classification*. 22: 1–31.
- Hoffman, G. L., and R. A. Stockey. 1997. "Morphology and Paleoecology of *Ricciopsis Speirsae* Sp. nov. (*Ricciaceae*), a Fossil Liverwort from the Paleocene Joffre Bridge Locality, Alberta, Canada." *Canadian Journal of Botany* 1381(8): 1375–81.
- Hofmeister, W. 1851. "Vergleichende Untersuchungen.": 202 - 205.
- Chytrý, M., Šumberová K. et al. 2011. *Vegetace České Republiky 3. Vodní a Mokřadní Vegetace*: 69–74.
- Jones, E. W. 1990. "African Hepatics XL. An Artificial Key to the Genera of African

- Hepaticae." *Journal of Bryology* 16: 9–40.
- Jovet-Ast, S. 1987. "Vers Une Classification Phylogenetique Des Especes Du Genre *Riccia*." *The Bryologist* 90(4): 321–30.
- — —. 1989. "Un Complexe de Taxons Dans Le Genre *Riccia*." *Cryptogamie. Bryologie, lichénologie* 10(2): 95–117.
- — —. 1993. "*Riccia* L. (Hepaticae, Marchantiales) d'Amerique Latine. Taxons Des Sous-Genres *Thallocarpus*, *Leptoriccia*, *Ricciella*." *Cryptogamie. Bryologie, lichénologie* 14(3): 219–301.
- — —. 2000a. "Contribution to the Knowledge of Australian *Riccia* (Hepaticae, Marchantiales): New Records, New Taxa, Morphological and Ecological Data." *Cryptogamie Bryologie* 21(4): 289–343.
- — —. 2000b. "Documents Pour La Connaissance Des *Riccia* Australiens (Hepaticae, Marchantiales) Nouvelles Recoltes. Taxons Nouveaux. Commentaires Morphologiques et Ecologiques." *Cryptogamie Bryologie* 21(4): 289–343.
- Kavina, K. (1915): "Monografie českých jatrovek. Díl 1. Jatrovky lupenité (Hepaticae frondosae Bohemiae)" *Archiv Přírodního Výzkumu Čech, Praha*, 16/2: 1–284.
- Kučera, J., and J. Váňa. 2003. "Check- and Red List of Bryophytes of the Czech Republic (2003)." *Preslia* 75(3): 193–222.
- Kučera, J., and J. Váňa. 2005. "Seznam a Červený Seznam Mechorostů České Republiky (2005)." *Příroda* 23: 1–102.
- Kučera, J., Váňa, J. and Z. Hradílek. 2012. "Bryophyte Flora of the Czech Republic: Updated Checklist and Red List and a Brief Analysis." *Preslia* 84(3): 813–50.
- Lindeberg, J. B. 1836. "Monographie Der Riccieen." *Nova Acta Academia Caesareae Leopoldino*, XVII: 361–504.
- Linné, C. 1753. "Species Plantarum."
- McAllister, F. 1909. "The Morphology of *Thallocarpus Curtisii*." *Bulletin Torrey Botanical Club* 43: 126–1267.
- Micheli, P. A. 1729. "Nova Plantarum Genera "Juxta Tournefortii Methodum Disposita Quibus Plantae." *Bernardi Paperini*: 106 – 127.
- Na - Thalang, O. 1980. "Revision of the genus *Riccia* (Hepatiace) in Australia " *Brunonia* 3: 61–140.
- Paton, J. A. 1973. "*Riccia Fluitans* L. with Sporophytes." *Journal of Bryology* 7(3): 253–59.
- Paton, J. A. 2000. "Book Review: The Liverwort Flora of the British Isles, by Jean A. Paton." *Biological Conservation* 94: 374.
- Perold, S. M. 1997. "A New Species of the Liverwort Genus *Riccia* L. from Bioko

- Island, R. Biokoensis Perold." *Nova Hedwigia* 64(1-2): 243-48.
- Raddi, J. 1818. "Novarum Vel Rariorum Ex Cryptogamia Stirpium in Agro Florentino Collectarum Decades Duae." *Opuscentes Scienist di Bologna* II.:354.
- Ray, J. 1696. "Synopsis Methodica Stirpium Britannicarum."
- Rivola, M. 1957. "O systematické hodnotě druhu *Riccia canaliculata* Hoffman." Přírodovědecký sborník Ostravského kraje 18: 281-284.
- — —. 1958. "Některé výsledky revise čs. jätrovek rodu *Riccia*." *Časopis Slezského muzea*, ser.A, Opava 7: 80-85.
- — —. 1966. "Trhutka rýnska (*Riccia rhenana*) - nový druh pro územní jižních Čech" *Zprávy muzeí Jihočeského kraje* 1966: 26-27.
- — —. 1967a. "Příspěvky k poznání jätrovek rodu *Riccia* I. *Riccia rhenana* Lorbeer v jižních Čechách." *Preslia* 39: 72-82.
- — —. 1967b. "Beiträge zur Kenntnis von Lebermoosen der Gattung *Riccia*. II. *Riccia crystallina* L. emend. Raddi und *Riccia cavernosa* Hoffm. emend. Raddi. " *Folia geobotanica et phytotaxonomica* 2: 319-328.
- — —. 1968. "*Riccia cavernosa* Hoffm. emend. Raddi et *Riccia canaliculata* Hoffm.." in Duda J. et Váňa J.: Die Verbreitung der Lebermoose in der Tschechoslowakei. - *Acta Musei Silesiae*, ser. A 17: 89 - 94.4.
- — —. 1971a. "Poznámky k druhu *Riccia canaliculata* Hoffm." *Sborník Jihočeského muzea, přírodní vědy* 11: 20 - 24
- — —. 1971b. "Příspěvky k poznání jätrovek rodu *Riccia* III. některé výsledky revize čs. herbářů." *Časopis Národního muzea* ser. nat. 140: 11 - 18.
- — —. 1975. "Stručný přehled čs. druhů rodu *Riccia*." *Zprávy Československé botanické společnosti* 10: 1 - 10.
- — —. and Duda, J. 1970. "*Riccia fluitans* L. em. Lorb. et *Riccia rhenana* Lorb. " in Duda J. et Váňa J.: Die Verbreitung der Lebermoose in der Tschechoslowakei VII. *Časopis Vlastivědného spolku muzejního, přírodní vědy* 60: 17-25.
- — —. and Duda, J. 1976. "*Riccia huebeneriana* Lindenb. et. *Riccia papillosa* Moris" in Duda J. et Váňa J.: Die Verbreitung der Lebermoose in der Tschechoslowakei. XIX. *Acta Musei Silesiae*, ser. 25: 27 - 32.
- — —. ,Duda, J. and J. Váňa 1975. "*Riccia michelli* Raddi, *Riccia bifurca* Hoffm., *Riccia beyrichiana* Hampe, *Riccia warnstorffii* Limpr. et *Riccia subbifurca* Warnst." in Duda J. et Váňa J.: Die Verbreitung der Lebermoose in der Tschechoslowakei. XVIII. *Acta Musei Silesiae*, ser. 24:1 69 - 175.
- Seppelt, R. D. 1998. "The genus *Riicia* (Marchantiales: *Ricciaceae*) in South Australia." *Hikobia* (12): 317-342.
- Schreber, J. C. D. 1789. "Genera Plantarum."

- Schumacker, R., and J. Váňa. 2005. "Identification Keys to the Liverworts and Hornworts of Europe and Macaronesia." 1-37.
- Schuster, R.M. 1958. "Notes on Nearctic Hepaticae, XIV. The Chonecoleaceae." *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 20: 1-16.
- Schuster, R. M. 1988. "Ecology, reproductive Biology and Dispersal of Hepaticae in the Tropics." *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* (64): 237-69.
- Sim, T. R. 1926. "The Bryophyta of South Africa." *Transactions Royal Society South Africa*.18: 247-261.
- Söderström, L. et al. 2016. "World Checklist of Hornworts and Liverworts." *PhytoKeys* 59(59): 1-828.
- Stech, M., and W. Frey. 2008. "A Morpho-Molecular Classification of the Mosses (Bryophyta)." *Nova Hedwigia* 86(1-2): 1-21.
- Stephani, F. 1898. "Synopsis Hepaticarum." *Bulletin de L'Herb. Boissier*: 361-78.
- Stotler, R. E., and W. T. Doyle. 2004. "*Riccia Crystallina* Verified in North America, North of Mexico." *The Bryologist* 107(1): 107-10.
- Unger, F. (1837). "Nova Acta." *Academia Casacendes Leopoldinus XVIII*: 791.
- Váňa, J. and J. Duda 1968. "Die Verbreitung Der Lebermoose in Der Tschechoslowakei – II. –." *Časopis Slezského Muzea Opava*, ser(17(1)): 29-49.
- Váňa, J. 2006. "Speciální Bryologie I., Marchantiophyta, Anthocerotophyta. – Nakladatelství Karolinum, Praha." *Karolinum*.
- Volk, O. H. 1984. "Pflanzenvergesellschaftungen Mit *Riccia*-Arten in Suedwestafrika (Namibia)* Einleitung Ökologie." *Vegetatio* 55: 57-64.
- Wheeler, J. 2000. "Molecular Phylogenetic Reconstructions of the Marchantioid Liverwort Radiation." *The Bryologist* 103(2): 314-33.
- Wyatt, R. and P. G. Davison. 2013. "Notes on the Distribution and Ecology of *Riccia Rhenana* in Georgia." 30(4): 130-34.

INTERNETOVÉ ZDROJE:

- 1) http://www.bryo.cz/index.php?p=mechorosty_foto&site=default